

## High pressure sensor for measuring pressure of fluid in tubular component e.g. in diesel engine

Publication number: DE10018618

Publication date: 2001-10-25

Inventor: GLEHR MANFRED (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: **G01L9/00; G01L9/08; G01L9/00; G01L9/08; (IPC1-7):**  
G01L9/08; F02D41/00; G01B21/32

- european: G01L9/00D10; G01L9/08

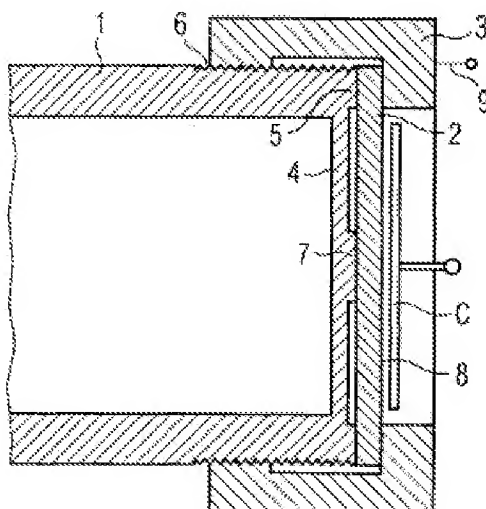
Application number: DE20001018618 20000414

Priority number(s): DE20001018618 20000414

*Report a data error here*

### Abstract of DE10018618

The sensor has a disc-shaped piezoelectric element (2) arranged on the end face of the tubular component (1) and fixed firmly around its circumference. The element is subjected to bending due to the fluid pressure present in the tubular component. An electronic evaluation circuit (17) produces a pressure signal based on the changes in the electrical characteristics of the piezoelectric element caused by the bending. The tubular component is closed by a metal diaphragm at its end face, the bending of which is transmitted to the piezoelectric element.



.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 18 618 A 1**

⑤① Int. Cl.7:  
**G 01 L 9/08**  
G 01 B 21/32  
F 02 D 41/00

⑳ Aktenzeichen: 100 18 618.1  
㉔ Anmeldetag: 14. 4. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 25. 10. 2001

**DE 100 18 618 A 1**

㉑ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉒ Erfinder:  
Glehr, Manfred, 93073 Neutraubling, DE

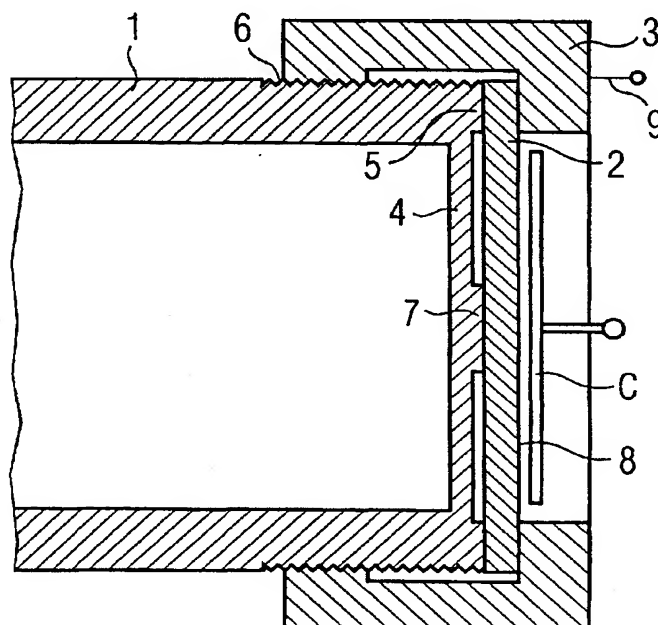
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 232 47 399 A  
DE 33 11 128 A1  
DE 20 52 356 A  
DE 71 49 92C

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hochdrucksensor mit Piezoeffekt

⑤⑦ Hochdrucksensor zum Messen eines Fluids in einem rohrförmigen Bauteil 1. Der Hochdrucksensor weist ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element 2 auf, das an einem Stirnende des rohrförmigen Bauteils 1 durch den Fluiddruck direkt oder indirekt auf Wölbung beansprucht wird, in Abhängigkeit von welcher eine elektronische Auswerteschaltung 17 ein Drucksignal erzeugt.



**DE 100 18 618 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochdrucksensor zum Messen des Drucks eines Fluids in einem rohrförmigen Bauteil.

[0002] Zum Messen sehr hoher Drücke bis etwa 3000 bar Berstdruck, wie sie z. B. in der Verteilerschiene (common rail) der Kraftstoffeinspritzanlage einer Diesel-Brennkraftmaschine auftreten, sind Hochdrucksensoren bekanntgeworden, bei denen die Wölbung einer dem Fluidruck ausgesetzten metallischen Membran mittels Dehnungsstreifen erfaßt und hieraus z. B. in einer Brückenschaltung ein Drucksignal gebildet wird. Der Durchmesser derartiger metallischer Membranen ist sehr klein, und ihre maximale Wölbung liegt in der Größenordnung von 10 µm bis 50 µm. Ferner müssen sie bis zu 10<sup>10</sup> Lastschaltspiele aushalten. Damit sich die Kennlinie des Hochdrucksensors nicht ändert, muß er so ausgelegt werden, daß die beteiligten Materialien im Betrieb nicht über den Hookschen Bereich hinaus belastet werden. Das Verhältnis von Membrandicke zum Membrandurchmesser ist somit an die Eigenschaften der beteiligten Materialien gebunden und kann daher ein vorgegebenes materialbedingtes Verhältnis nicht überschreiten. Dies begrenzt die Meßempfindlichkeit. Ein weiteres Problem ist die Haftung zwischen der metallischen Membran und den Dehnungsmessstreifen.

[0003] Es sind ferner piezoelektrische Drucksensoren bekannt, bei denen ein piezoelektrischer Aufnehmer dem Druck (z. B. Öl oder Zylinderdruck) unmittelbar ausgesetzt ist. Derartige piezoelektrische Drucksensoren werden bisher jedoch im allgemeinen nur für niedrigere Drücke eingesetzt. Auch dürfte die maximal mögliche Lastspielanzahl derartiger Drucksensoren relativ beschränkt sein.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochdrucksensor hoher Meßempfindlichkeit zu schaffen, der einfach herstellbar ist und eine sehr große Anzahl von Lastschaltspielen aushält.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 definierten Erfindung gelöst.

[0006] Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Hochdrucksensor ist das scheibenförmige piezoelektrische Element am Stirnende des rohrförmigen Bauteils so angeordnet und eingespannt, daß es durch den Fluidruck auf Wölbung beansprucht wird. Die elektronische Auswerteschaltung erzeugt in Abhängigkeit von einer Änderung der Wölbung und der hierdurch bedingten Änderung einer elektrischen Eigenschaft des piezoelektrischen Elementes ein Drucksignal.

[0007] Als piezoelektrisches Element kann ein Quarzkristall oder eine Piezokeramik verwendet werden. Die elektronische Auswerteschaltung kann z. B. eine herkömmliche Oszillatorschaltung sein. Der erfindungsgemäß ausgebildete Hochdrucksensor zeichnet sich daher durch große Einfachheit, eine geringe Anzahl von Einzelteilen und entsprechend niedrige Herstellungskosten aus. Das in Verbindung mit Dehnungsmessstreifen auftretende Problem der Haftung ist nicht gegeben. Darüber hinaus besteht eine große Gestaltungsvielfalt. Dennoch hat der erfindungsgemäß ausgebildete Hochdrucksensor eine hohe Messempfindlichkeit, da er aufgrund der hohen Fluidrücke (z. B. bis zu 3000 bar) einer starken Biegebeanspruchung ausgesetzt wird, die sich in einer entsprechend starken Änderung seiner elektrischen Eigenschaften auswirkt. Schließlich kann ein erfindungsgemäß ausgebildeter Hochdrucksensor eine extrem große Anzahl von Lastschaltspielen (z. B. bis zu 10<sup>10</sup>) aushalten.

[0008] Das piezoelektrische Element kann durch den Fluidruck direkt oder indirekt auf Wölbung beansprucht werden.

[0009] So ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß das rohrförmige Bauteil an seinem Stirnende durch eine metallische Membran verschlossen ist, die durch den Fluidruck auf Wölbung beansprucht wird und diese Wölbungsbeanspruchung auf das piezoelektrische Element überträgt. Diese Lösung hat den Vorteil, daß keine Abdichtungsprobleme auftreten.

[0010] Wird dagegen das piezoelektrische Element dem Fluidruck unmittelbar ausgesetzt, indem es beispielsweise zwischen dem Stirnende des rohrförmigen Bauteils und einer mutterartigen Klammer unter Kompression einer Dichtung eingespannt wird, so ergibt sich eine besonders hohe Meßempfindlichkeit.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0012] Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

[0013] Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Hochdrucksensors, der durch den Fluidruck indirekt beansprucht wird;

[0014] Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Hochdrucksensor, der durch den Fluidruck direkt beansprucht wird;

[0015] Fig. 3 ein Ersatzschaltbild eines piezoelektrischen Elementes;

[0016] Fig. 4 bis 7 schematische Schaltbilder verschiedener Ausführungsformen der Auswerteschaltung;

[0017] Fig. 8 einen Längsschnitt durch eine abgewandelte Ausführungsform des in Fig. 2 gezeigten Hochdrucksensors;

[0018] Fig. 9 ein schematisches Schaltbild einer Auswerteschaltung für den Hochdrucksensor in Fig. 8.

[0019] Das in Fig. 1 dargestellte Bauteil ist ein geschlossener Rohrkörper aus einem elastisch dehnbaren Material wie z. B. Stahl, der mit einem Hochdruckfluid gefüllt ist. Beispielsweise steht das Innere des Bauteils 1 mit der Verteilerschiene (common rail) der Kraftstoffeinspritzanlage einer Diesel-Brennkraftmaschine (nicht gezeigt) in Verbindung. Das Bauteil 1 kann jedoch auch selbst die Verteilerschiene bilden. Jedenfalls herrscht bei einer derartigen Anwendung im Inneren des Bauteils 1 ein hoher Druck von beispielsweise 2000 bis 3000 bar.

[0020] Das (in Fig. 1) rechtsseitige Ende des rohrförmigen Bauteils 1 ist durch eine Membran 4 aus einem elastisch dehnbaren Material geschlossen, das z. B. Federstahl sein kann. Die Membran 4 kann mit dem übrigen Bauteil 1 beispielsweise durch Schweißen integral verbunden sein. Die Membran 4 ist so ausgebildet, dass sie sich in Abhängigkeit von Fluidruck nach außen wölbt. Zweckmäßigerweise ist der Querschnitt des rohrförmigen Bauteils 1 und damit der Membran 4 kreisrund, so daß sich die Membran 4 konzentrisch wölbt.

[0021] Der mit dem Bauteil 1 verbundene Hochdrucksensor erfaßt diese Wölbung der Membran 4. Zu diesem Zweck hat er ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element 2, das an seinem Außenumfang von einer mutterartigen Klammer 3 axial gegen einen ringförmigen Vorsprung 5 am Außenumfang des Bauteils 1 festgespannt wird. Die mutterartige Klammer 3 ist auf ein Außengewinde 6 des Bauteils 1 aufgeschraubt und umgreift mit einem radial einwärts gerichteten Flansch das piezoelektrische Element 2, das als kreisrunde Scheibe ausgebildet ist und den gleichen Durchmesser wie das Bauteil 1 hat. Durch die Schraubverbindung kann das piezoelektrische Element 2 mit einer gewünschten Vorspannung gegen das Stirnende des Bauteils 1 festgespannt werden. Statt einer Schraubverbindung könnte jedoch auch eine Schweißverbindung gewählt werden.

[0022] Die Membran 4 hat einen zentralen Vorsprung 7, der zentral an dem piezoelektrischen Element 2 anliegt. Da

somit das piezoelektrische Element 2 lediglich im Bereich der Vorsprünge 5 und 7 mit dem Bauteil 1 bzw. der Membran 4 in Berührung steht, kann sie sich konzentrisch wölben, wenn die Membran 4 aufgrund von Druckänderungen des Fluids nach außen verformt wird. Die Membran 4 überträgt somit ihre Wölbung in eine entsprechende Wölbung des piezoelektrischen Elementes 2. Die hierdurch bedingte Änderung der Resonanzfrequenz des piezoelektrischen Elementes 2 wird dann in einer Auswerteschaltung zur Erzeugung eines Drucksignals verwendet, wie im folgenden noch genauer erläutert wird.

[0023] Das piezoelektrische Element 2 hat zwei Elektroden 8, 9. Die Elektrode 9 ist als Masselektrode ausgebildet, wobei die Masse von dem Bauteil 1 und der Klammer 3 gebildet wird. Die Elektrode 8 besteht beispielsweise aus einer auf die Außenseite des piezoelektrischen Elementes 2 aufgedampften Metallschicht, die kapazitiv (also kontaktlos) mit der Platte eines Kondensators C der Auswerteschaltung verbunden ist. Die Kondensatorplatte hat von dem piezoelektrischen Element 2 einen so großen Abstand, daß es auch bei der maximalen Wölbung des piezoelektrischen Elementes 2 zu keinem mechanischen Kontakt mit der Kondensatorplatte kommt. An der Außenseite der Klammer 3 kann ein Deckel (nicht gezeigt) aufgesetzt werden, an dem die Auswerteschaltung angebracht werden kann.

[0024] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist wieder ein rohrförmiges Bauteil 1 vorgesehen, das ein Hochdruckfluid enthält, dessen Druck gemessen werden soll. Im Gegensatz zu der Ausführungsform der Fig. 1 ist jedoch in Fig. 2 das piezoelektrische Element 2 dem Fluiddruck unmittelbar ausgesetzt. Tatsächlich wird das Stirnende des rohrförmigen Bauteils 1 von dem piezoelektrischen Element 2 verschlossen. Es muß daher für eine Abdichtung zwischen dem piezoelektrischen Element 2 und dem Bauteil 1 gesorgt werden.

[0025] Zu diesem Zweck ist das piezoelektrische Element 2 als kreisrunde, doppelkonusförmige Scheibe ausgebildet, die zwischen dem Stirnende des Bauteils 1 und einer mutterartigen Klammer 10 unter Kompression einer Dichtung 14 eingespannt wird. Genauer gesagt, liegen an den konischen Umfangsflächen 11 des piezoelektrischen Elementes 2 entsprechend abgeschrägte Anlageflächen 12, 13 der Klammer 10 bzw. des Bauteils 1 an. In dem Bereich, in dem sich die abgeschrägten Anlageflächen 12, 13 schneiden, ist in der Klammer 10 ein Ringraum gebildet, der die ringförmige Dichtung 14 aufnimmt. Die Dichtung besteht aus einem dem im Betrieb auftretenden Temperaturen und der hohen Lastspielanzahl standhaltenden Werkstoff, z. B. einem bis zu 150°C dauerelastischem Kunststoff, einem plastischen Glas (wie bei Glasdurchführungen) oder Weicheisen. Es ist nicht notwendig, daß das Dichtmaterial immer im linear elastischen Bereich bleibt, wenn dafür gesorgt wird, daß während der gesamten Lebensdauer des Hochdrucksensors der durch die Vorspannung auf das Dichtmaterial ausgeübte Druck größer ist als der vom Fluiddruck auf das Dichtmaterial ausgeübte maximale Druck.

[0026] Die Dichtung 14 und der sie aufnehmende Ringraum haben einen im wesentlichen runden Querschnitt und sind so angeordnet, daß die Dichtung durch Anlage an angrenzenden Flächen der Klammer 10, des Bauteils 1 und des piezoelektrischen Elementes 2 mit einer vorgegebenen Spannung komprimiert wird, wenn die Klammer 10 mit einer vorgegebenen Axialkraft in Richtung auf das Bauteil 1 gezogen wird. Dies wird dadurch erreicht, daß die Klammer 10 mit dem Bauteil 1 verschraubt wird (angedeutet durch ein Gewinde 15 auf der rechten Seite in Fig. 2) oder in einem entsprechenden Spannungszustand mit dem Bauteil 1 verschweißt wird (angedeutet durch eine Schweißnaht 16 auf

der linken Seite in Fig. 2). Zum Erzielen des Spannungszustandes kann beispielsweise das Bauteil 1 während des Schweißvorganges mit einem entsprechend hohen Druck von z. B. 2000 bar beaufschlagt werden. Eine andere Möglichkeit ist, den Schweißvorgang bei Umgebungsdruck durchzuführen und danach für eine lokale Erwärmung bis Rotglut und anschließende Abkühlung in einem Bereich benachbart zu der Schweißnaht 16 zu sorgen.

[0027] Das piezoelektrische Element 2 hat wiederum zwei Elektroden 8, 9, beispielsweise in Form von aufgedampften Metallschichten, die wiederum kapazitiv mit den Platten des Kondensators C gekoppelt sind, dessen Dielektrikum im wesentlichen von dem piezoelektrischen Element 2 gebildet wird und der einen Teil der Auswerteschaltung bildet.

[0028] Wie bereits erwähnt, besteht das piezoelektrische Element 2 beispielsweise aus einem Quarz. Die elektrischen Eigenschaften des Quarzes lassen sich bekanntlich durch ein elektrisches Ersatzschaltbild (Fig. 3) veranschaulichen. Der Quarz stellt gewissermaßen einen Schwingkreis mit Kondensator C, Widerstand R und Spule L sowie mit einer Streukapazität C0 dar, für den üblicherweise das auf der rechten Seite in Fig. 3 gezeigte Schaltzeichen verwendet wird. Im folgenden wird daher das piezoelektrische Element 2 der Fig. 1 und 2 als piezoelektrisches Glied Q bezeichnet und mit dem Schaltzeichen rechts in Fig. 3 dargestellt.

[0029] Die Auswerteschaltung 17 des Hochdrucksensors weist zweckmäßigerweise eine Oszillatorschaltung auf, deren frequenzbestimmendes Element das piezoelektrische Glied Q ist. Da derartige Oszillatorschaltungen dem Fachmann in großer Vielfalt bekannt sind, werden im folgenden lediglich einige Ausführungsbeispiele kurz angerissen. Unter frequenzbestimmend wird dabei verstanden, daß das piezoelektrische Glied Q die Eigenschaften eines Oszillators maßgeblich beeinflusst. Dabei kann es sich beispielsweise um die Resonanzfrequenz handeln.

[0030] So zeigt beispielsweise Fig. 4 eine Auswerteschaltung 17 in Form einer einfachen Oszillatorschaltung mit dem piezoelektrischen Glied Q (piezoelektrischen Element 2) als frequenzbestimmendem Element, zwei invertierenden Operationsverstärkern OP und einem Widerstand R. Eine andere Ausführungsform einer Oszillatorschaltung zeigt Fig. 5, bei der das piezoelektrische Glied Q über seine eine Elektrode einseitig geerdet ist, während die andere Elektrode über zwei Kondensatoren C1 und C2 zur Phasendrehung mit einem Verstärker V verbunden ist. Ein weiterer Kondensator C3 ist zu dem das piezoelektrische Element Q, die Kondensatoren C1, C2 und den Verstärker V enthaltenden Zweig parallel geschaltet.

[0031] In einer derartigen Auswerteschaltung 17 wird das piezoelektrische Glied Q zu Schwingungen angeregt, bei denen es sich um Longitudinal-, Transversal- oder Scherschwingungen handeln kann. Hierbei können die gebräuchlichen Schnitte des Quarzkristalls zur Anwendung kommen, wobei der AT-Schnitt wegen seiner bekannt guten Temperatureigenschaften bevorzugt wird.

[0032] Die Auswerteschaltung 17 kann die Frequenz, Periodendauer, Phasenverschiebung, eine Schwebungsfrequenz oder Pulsweitenmodulation eines das piezoelektrische Glied Q durchlaufenden elektrischen Signals zur Erzeugung eines Drucksignals verwenden. In den Fig. 6 und 7 ist nochmals in stark schematisierter Weise eine Auswerteschaltung 17 in Form einer Oszillatorschaltung dargestellt, deren frequenzbestimmendes Element von dem piezoelektrischen Glied Q gebildet wird. Die Fig. 9 zeigt eine "Dreidraht-Ausführung" der Auswerteschaltung, bei der zwei Leitungen zur Stromversorgung und eine eigene Signalleitung für das abgegriffene Drucksignal vorgesehen ist. Bei der Ausführungsform der Fig. 7 handelt es sich um eine

"Zweidraht-Ausführung", bei der die Signalübertragung und die Stromversorgung auf denselben Leitungen erfolgen, jedoch durch unterschiedliche Frequenzen oder durch Gleich- und Wechselstrom voneinander getrennt werden.

[0033] Das Drucksignal kann als Augenblickswert- oder Mittelwertsignal ausgegeben werden. Das Mittelwertsignal hat eine hohe Genauigkeit und erlaubt ein Integrierendes Auswerteverfahren, ist jedoch langsam. Es wird vorzugsweise als digitaler Wert und als serielle Information ausgegeben. Das Augenblickswertsignal hat zwar eine geringere Genauigkeit, ist jedoch schneller. Es muß deshalb meist mit einem Filter einer Grenzfrequenz oberhalb des gewünschten Übertragungsfrequenzbereiches gegen Störpulse nachbearbeitet werden. Es wird vorzugsweise als pulsweitenmoduliertes Signal für einen Mikrocontroller verwendet.

[0034] Wie bereits erwähnt, kann es sich bei dem Bauteil 2 um die Verteilerschiene (common rail) einer Kraftstoffeinspritzanlage handeln. Der Hochdrucksensor ist dann zu einer Diagnose der Verteilerschiene verwendbar, nachdem der Hochdrucksensor im eingebauten Zustand kalibriert wurde. Ferner können derartige Hochdrucksensoren zur Diagnose der Einspritzventile verwendet werden. Beim Einspritzvorgang der einzelnen Einspritzventile treten Druckspitzen-schwankungen auf, deren Ausmaß von der Qualität der einzelnen Einspritzventile abhängt und auch einen Rückschluß auf die eingespritzte Kraftstoffmenge erlaubt. Diese kurzfristig auftretenden Druckschwankungen können durch die beschriebenen Hochdrucksensoren gemessen werden, und die Abweichungen der Druckschwankungen an den einzelnen Einspritzventilen lassen sich dann als Maß für die Qualität des betreffenden Einspritzventils im Verhältnis zum Durchschnittswert der Einspritzventile oder auch im Verhältnis zum zeitlichen Mittelwert der Eigenschaften eines einzelnen Einspritzventils (Alterung) auswerten.

[0035] Statt eines Quarzkristalls mit piezoelektrischen Eigenschaften kann auch eine Piezokeramik verwendet werden. Piezokeramik ist kostengünstiger und auch hinsichtlich seiner mechanischen Gestaltungsfähigkeit flexibler als Quarz, jedoch temperaturempfindlicher. Wird daher Piezokeramik als piezoelektrisches Element 2 verwendet, sollte für eine Kompensation von Temperatureinflüssen (und gegebenenfalls auch anderen Umwelteinflüssen) zu sorgen. Eine hierzu geeignete Ausführungsform eines Hochdrucksensors ist in Fig. 8 dargestellt.

[0036] Der in Fig. 8 gezeigte Hochdrucksensor entspricht in seinem grundsätzlichen Aufbau dem in Fig. 2 gezeigten Hochdrucksensor. Das piezoelektrische Element 2 ist wiederum kapazitiv mit einem Kondensator C gekoppelt, der beispielsweise über eine Kontaktfeder 19 mit einer auf der Klammer 10 angebrachten Platine 18 elektrisch verbunden ist. An der Platine 18 ist die Auswerteschaltung 17, wie schematisch angedeutet, angebracht.

[0037] Ferner ist zusätzlich zu dem piezoelektrischen Element 2 ein zweites piezoelektrisches Element 2 vorgesehen, das auf der Außenseite der Platine 18 angeordnet und mit dieser elektrisch verbunden ist. Das zweite piezoelektrische Element 20 ist somit den gleichen Umwelteinflüssen (Temperatur, Luft) wie das erste piezoelektrische Element ausgesetzt, nicht jedoch dem Fluidruck. Ein mit Hilfe des zweiten piezoelektrischen Elementes gewonnenes Signal kann daher zum Eliminieren von Umwelteinflüssen auf das mit Hilfe des ersten piezoelektrischen Elementes 2 gewonnenen Signals verwendet werden.

[0038] Wie in Fig. 8 angedeutet, hat das zweite piezoelektrische Element 20 wesentlich kleinere geometrische Abmessungen und daher eine wesentlich höhere Resonanzfrequenz als das erste piezoelektrische Element 2. Die Auswerteschaltung 17 kann daher, wie in Fig. 9 schematisch darge-

stellt, einen Oszillator O1 niedriger Frequenz, dessen frequenzbestimmendes Element das piezoelektrische Element 2 ist, und einen Oszillator O2 höherer Frequenz, dessen frequenzbestimmendes Element das zweite piezoelektrische Element 20 ist, aufweisen, die mit einem aus einer Torschaltung und einem Zähler bestehenden Glied G verbunden sind. Das vom Oszillator O2 abgegebene Signal hoher Frequenz dient hierbei gewissermaßen als Vergleichsnorm, das durch einen Vergleich mit dem von dem Oszillator 1 abgegebenen Signal niedriger Frequenz für eine Temperaturskompensation des zu erzeugenden Drucksignals verwendbar ist. Das Glied G kann das Drucksignal in Form von Zählimpulsen ausgeben, die über eine Ausgangsleitung A an übergeordnete Steuereinheiten weitergeleitet werden. Die Datenübergabe kann seriell oder parallel, analog oder digital erfolgen.

#### Patentansprüche

1. Hochdrucksensor zum Messen des Drucks eines Fluids in einem rohrförmigen Bauteil (1) mit einem scheibenförmigen piezoelektrischen Element (2), das an einem Stirnende des rohrförmigen Bauteils (1) angeordnet und an seinem Umfang fest eingespannt ist und durch den im rohrförmigen Bauteil (1) herrschenden Fluidruck auf Wölbung beansprucht wird und einer elektronischen Auswerteschaltung (17), die in Abhängigkeit von einer Änderung der Wölbung und einer hierdurch bedingten Änderung einer elektrischen Eigenschaft des piezoelektrischen Elementes (2) ein Drucksignal erzeugt.
2. Hochdrucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das rohrförmige Bauteil (1) an seinem Stirnende durch eine metallische Membran (4) verschlossen ist, die durch den Fluidruck auf Wölbung beansprucht wird und diese Wölbungsbeanspruchung auf das piezoelektrische Element (2) überträgt.
3. Hochdrucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (4) einen zentralen Vorsprung (7) hat, der zur Übertragung der Wölbungsbeanspruchung an dem piezoelektrischen Element (2) zentrisch angreift.
4. Hochdrucksensor nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (2) an seinem Umfang von einer mutterartigen Klammer (3) gegen einen ringförmigen Vorsprung (5) um Umfang des rohrförmigen Bauteils (1) festgespannt ist.
5. Hochdrucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (2) dem Fluidruck in dem rohrförmigen Bauteil (1) unmittelbar ausgesetzt ist.
6. Hochdrucksensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (2) zwischen dem Stirnende des rohrförmigen Bauteils (1) und einer mutterartigen Klammer (10) unter Kompression einer Dichtung (14) eingespannt ist, die das Innere des rohrförmigen Bauteils (1) gegenüber der Umgebung dichtet.
7. Hochdrucksensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (2) als doppelkonusförmige Scheibe ausgebildet ist, an deren konischen Umfangsflächen (11) entsprechend abgeschrägte Anlageflächen (12, 13) des rohrförmigen Bauteils (1) und der Klammer (3) anliegen.
8. Hochdrucksensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (14) in einem Bereich angeordnet ist, in dem sich die abgeschrägten Anlage-

flächen (12, 13) des rohrförmigen Bauteils (1) und der Klammer (3) schneiden.

9. Hochdrucksensor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (14) durch die Klammer (10) so stark vorgespannt wird, daß der hierdurch auf die Dichtung (14) ausgeübte Druck größer als der durch das Fluid auf die Dichtung (14) ausgeübte Druck ist.

10. Hochdrucksensor nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammer (10) mit dem Bauteil (1) verschraubt oder verschweißt ist.

11. Hochdrucksensor nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (14) in einem Ringraum angeordnet ist, der von dem piezoelektrischen Element (2), dem Stirnende des rohrförmigen Bauteils (1) und der Klammer (10) begrenzt wird.

12. Hochdrucksensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung (14) und der Ringraum einen im wesentlichen runden Querschnitt haben.

13. Hochdrucksensor nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Dichtung (14) ein dauerelastischer Kunststoff, plastisches Glas oder Weicheisen ist.

14. Hochdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (2) zwei Elektroden (8, 9) hat, von denen die eine (8) mit der übrigen Auswerteschaltung (17) kontaktfrei verbunden ist und die andere (9) an Masse liegt.

15. Hochdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (17) eine Oszillatorschaltung (O) aufweist, deren frequenzbestimmendes Element das piezoelektrische Element (2) ist.

16. Hochdrucksensor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (2) als Longitudinal-, Transversal- oder Scherschwinger ausgebildet ist.

17. Hochdrucksensor nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (17) eine Frequenz, Periodendauer, Phasenverschiebung, Schwebungsfrequenz oder Pulsweitenmodulation eines das piezoelektrische Element (2) durchlaufenden elektrischen Signals zur Erzeugung des Drucksignals verwendet.

18. Hochdrucksensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal ein Mittelwert- oder Augenblickswertsignal ist.

19. Hochdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites piezoelektrisches Element (20) vorgesehen ist, das denselben Umweltbedingungen wie das erste piezoelektrische Element (2), jedoch keiner Beanspruchung durch den Fluiddruck ausgesetzt ist, und daß die Auswerteschaltung (17) ein mit Hilfe des zweiten piezoelektrischen Elementes (20) gewonnenes Vergleichssignal zum Eliminieren von Umwelteinflüssen auf das Drucksignal verwendet.

20. Hochdrucksensor nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (17) zwei Oszillatoren (O1, O2) aufweist, deren frequenzbestimmenden Elemente die beiden piezoelektrischen Elemente (2, 20) sind, wobei die beiden Oszillatoren (O1, O2) mit stark unterschiedlichen Frequenzen betrieben werden, und daß die beiden Oszillatoren (O1, O2) an einem aus einer Torschaltung und einem Zähler bestehenden Glied (G) zur Bildung des Drucksignals ange-

schlossen sind.

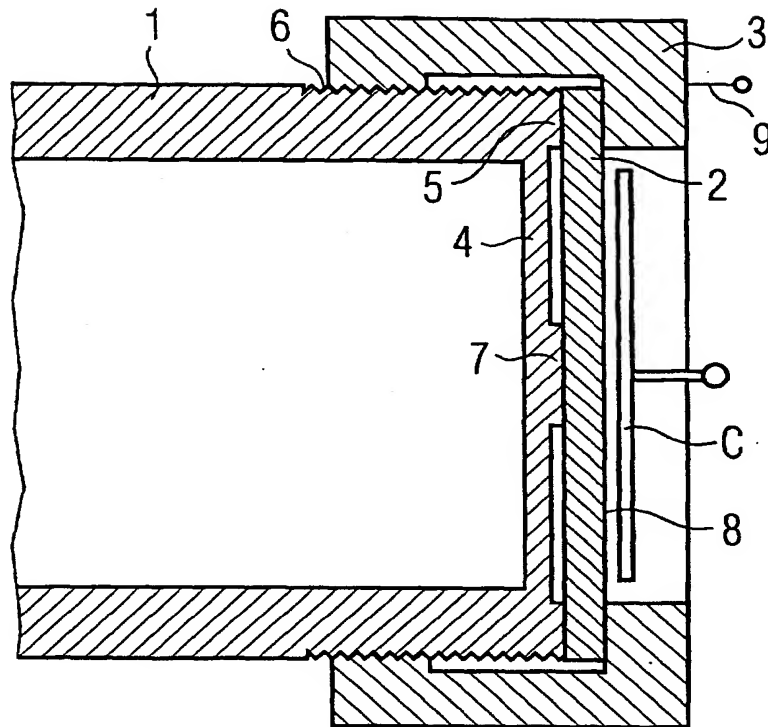
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

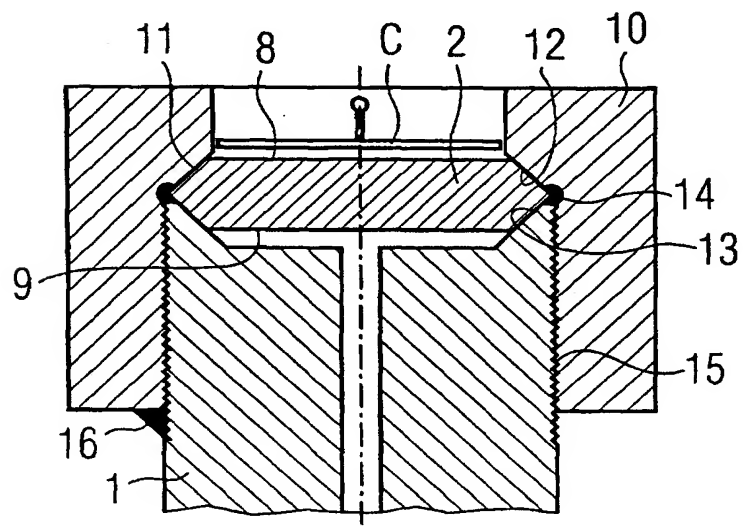
---

- Leerseite -

**FIG 1**

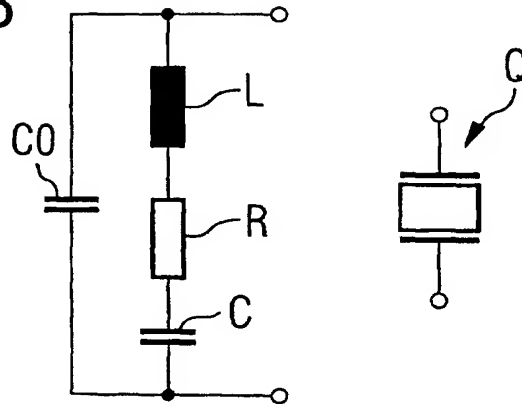


**FIG 2**

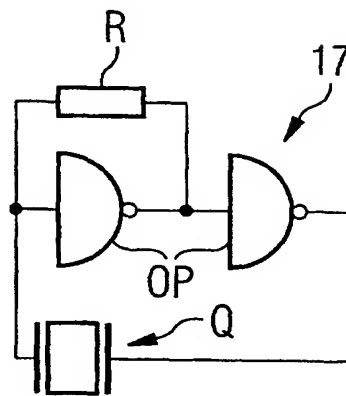




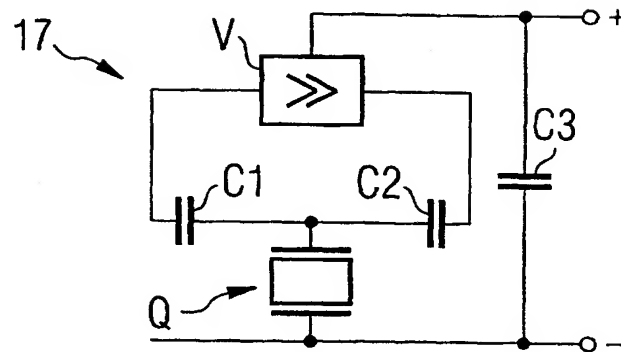
**FIG 3**

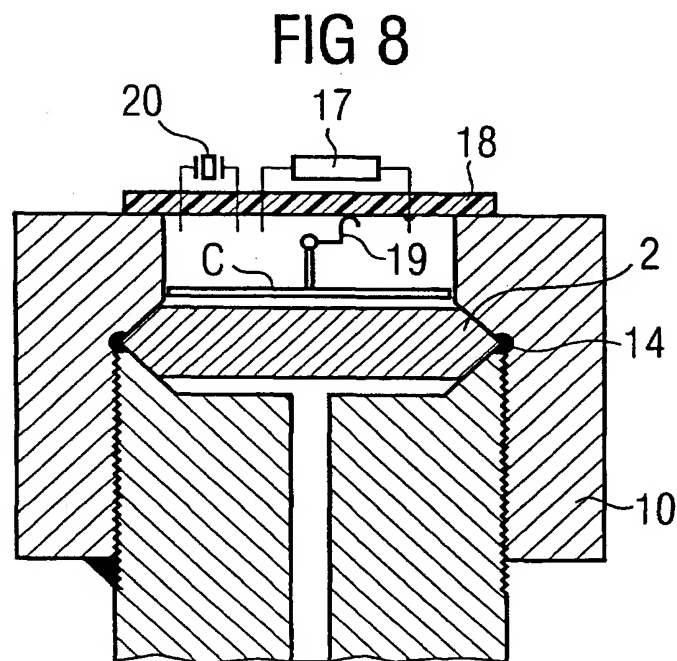
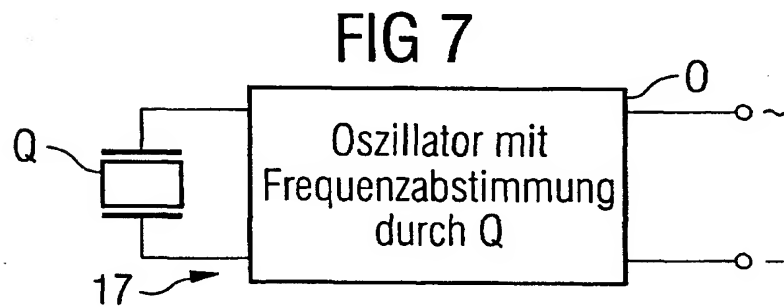
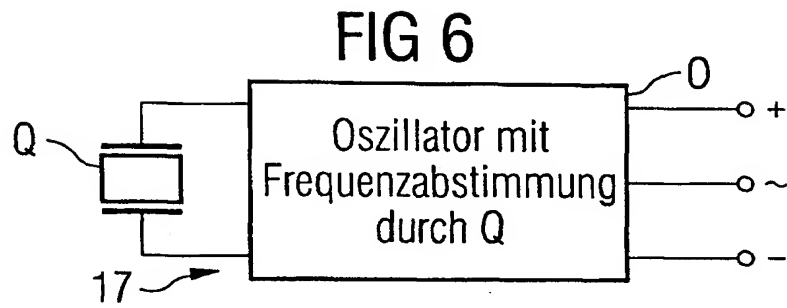


**FIG 4**



**FIG 5**





**FIG 9**

